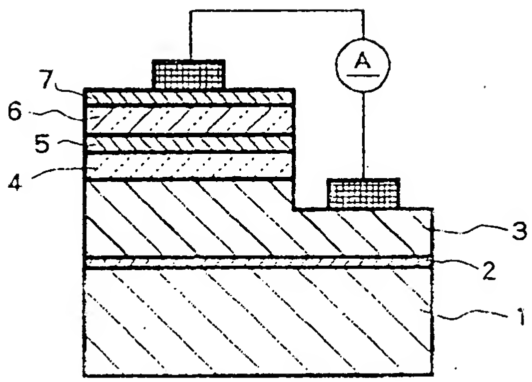
DERWENT
THOMSON SCIENTIFIC

MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):

(19)【発行国】 日本国特許庁（ＪＰ）	**(19)[ISSUING COUNTRY]** Japanese Patent Office (JP)
(12)【公報種別】 公開特許公報（Ａ）	Laid-open (kokai) patent application number (A)
(11)【公開番号】 特開平７－２８８３３４	**(11)[UNEXAMINED PATENT NUMBER]** Unexamined Japanese Patent 7-288334
(43)【公開日】 平成７年（１９９５）１０月３１日	**(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION]** October 31st, Heisei 7 (1995)
(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体受光素子	**(54)[TITLE]** Gallium nitride group compound semiconductor light receiving element
(51)【国際特許分類第６版】 H01L 31/10 31/04	**(51)[IPC]** H01L 31/1031/04
【ＦＩ】 H01L 31/10 A 31/04 E	**[FI]** H01L 31/10 A 31/04 E
【審査請求】 未請求	**[EXAMINATION REQUEST]** UNREQUESTED
【請求項の数】 3	**[NUMBER OF CLAIMS]** Three
【出願形態】 ＯＬ	**[Application form]** OL
【全頁数】 4	**[NUMBER OF PAGES]** Four
(21)【出願番号】 特願平６－７８２９４	**(21)[APPLICATION NUMBER]** Japanese Patent Application No. 6-78294
(22)【出願日】	**(22)[DATE OF FILING]**

平成６年（１９９４）４月１８日	April 18th, Heisei 6 (1994)
(71)【出願人】	(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]
【識別番号】 ０００２２６０５７	[ID CODE] 000226057
【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社	Nichia Chem Ind Ltd.
【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡４９１番地１００	[ADDRESS]
(72)【発明者】	(72)[INVENTOR]
【氏名】　中村　修二	Nakamura Shuji
【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡４９１番地１００　日亜化学工業株式会社内	[ADDRESS]

(57)【要約】　（修正有）	(57)[SUMMARY]　(Amended)
【目的】 近紫外から赤色領域まで幅広い領域に感度を有し、また信頼性に優れた受光素子を提供する近紫外から赤色領域まで幅広い領域に感度を有し、また信頼性に優れた受光素子を提供する。	[OBJECT] To provide a light receiving element excellent in reliability which has sensitivity in the wide area from near ultraviolet area to red area.
【構成】 ｎ型窒化ガリウム系化合物半導体層４とｐ型窒化ガリウム系化合物半導体層６との間に、受光層５として$In_xGa_{1-x}N$層（0＜X＜１）が挟まれたダブルヘテロ構造を有する。	[SUMMARY OF THE INVENTION] It has a double heterostructure, where an InXGa1-XN layer (0< X<1) is pinched as a light-receiving layer 5 between a n-type gallium nitride group compound semiconductor layer 4 and a p-type gallium nitride group compound semiconductor layer 6.



【特許請求の範囲】	[CLAIMS]
【請求項１】 ｎ型窒化ガリウム系化合物半導体層とｐ型窒化ガリウム系化合物半導体層との間に、受光層として $In_XGa_{1-X}N$ 層（０＜Ｘ＜１）が挟まれたダブルヘテロ構造を有することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体受光素子。	[CLAIM 1] A gallium nitride group compound semiconductor light receiving element, characterized by having a double heterostructure where an InXGa1-XN layer (0<X<1) is pinched as a light-receiving layer between a n-type gallium nitride group compound semiconductor layer and a p-type gallium nitride group compound semiconductor layer.
【請求項２】 前記ｎ型窒化ガリウム系化合物半導体層が $Ga_{1-Y}Al_YN$（０≦Ｙ≦１）であり、前記ｐ型窒化ガリウム系化合物半導体層が $Ga_{1-Z}Al_ZN$（０≦Ｚ≦１）であることを特徴とする請求項１に記載の窒化ガリウム系化合物半導体受光素子。	[CLAIM 2] A gallium nitride group compound semiconductor light receiving element according to Claim 1, wherein said n-type gallium nitride group compound semiconductor layer is a Ga1-YAlYN (0=<Y=<1), and said p-type gallium nitride group compound semiconductor layer is a Ga1-ZAlZN (0=<Z=<1).
【請求項３】 前記窒化ガリウム系化合物半導体受光素子はサファイアを基板として有していることを特徴と	[CLAIM 3] A gallium nitride group compound semiconductor light receiving element according to Claim 1 or Claim 2, wherein said gallium nitride group compound semiconductor

する請求項1または請求項2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体受光素子。

light receiving element has a sapphire as a substrate.

【発明の詳細な説明】

[DETAILED DESCRIPTION OF INVENTION]

【0001】

[0001]

【産業上の利用分野】
本発明は太陽電池、フォトダイオード等に使用される半導体受光素子に関し、特に窒化ガリウム系化合物半導体（$In_aAl_bGa_{1-a-b}N$、$0 \leqq a \leqq 1$、$0 \leqq b \leqq 1$、$a+b \leqq 1$）よりなり365nm～635nmの特定波長に感度を有する受光素子に関する。

[INDUSTRIAL APPLICATION]
This invention relates to the semiconductor light receiving element used for a solar battery, a photodiode, etc.
Especially, it is related with the light receiving element which consists of a gallium nitride group compound semiconductor (InaAlbGa1-a-bN, 0=<a=<1, 0=<b=<1, a+b=<1), and has a sensitivity in specific wavelength of 365 nm - 635 nm.

【0002】

[0002]

【従来の技術】
太陽電池、フォトダイオード等の受光素子には一般に半導体材料が使用されている。例えば太陽電池にはGaP、CdS／Cu_2S、Si、アモルファスシリコン等の材料が知られている。これら半導体材料はいずれも500nm以上の波長に感度を有する材料であり、500nmより短い波長に感度を有する実用的な材料は余り知られていない。500nmより短い波長に感度を有する材料として、例えばSiCが知られているが、SiCは間接遷移型であるために変換効率が悪く、400nm以下の紫外用フォトダイオードに

[PRIOR ART]
The semiconductor material is generally used for light receiving elements, such as a solar battery and a photodiode.
For example, material, such as GaP, CdS/Cu2S, Si, and an amorphous silicon, is known by the solar battery.
Each of these semiconductor materials is material which has a sensitivity in wavelength of 500 nm or more.
A practical material which has a sensitivity on a wavelength shorter than 500 nm is seldom known.
As the material which has a sensitivity on a wavelength shorter than 500 nm, for example, SiC is known.
However, since SiC is an indirect transition type, the conversion efficiency is bad and it is the present condition that only the photodiode for ultraviolet 400 nm or less utilises.

しか実用化されていないのが現状である。

【0003】
このように従来の受光素子の材料には間接遷移型のものが多く、間接遷移型では変換効率の大幅な向上を望むのは難しい。また従来の材料は熱、雰囲気等に対し劣化しやすいため、例えば宇宙開発に使用する半導体材料としては不安があり、雰囲気等の外部条件の変化に対し劣化しにくい半導体材料が求められている。

[0003]
Thus the material of the conventional light receiving element has many things of an indirect transition type. It is hard to desire the large improvement in the conversion efficiency in an indirect transition type.

Moreover since it is easy to deteriorate to heat, atmosphere, etc., the conventional material has an anxiety as a semiconductor material used for a space exploration.

It is required for the semiconductor material which seldom deteriorates to a change of external conditions, such as atmosphere.

【0004】
ところで、我々は昨年11月下旬、世界で初めて1cd以上の光度を有する波長450nmの青色発光ダイオードを発表した。その青色発光ダイオードは窒化ガリウム系化合物半導体（$In_aAl_bGa_{1-a-b}N$、$0 \leqq a \leqq 1$、$0 \leqq b \leqq 1$、$a+b \leqq 1$）よりなり、発光層にInGaNを用いたダブルヘテロ構造としている。

[0004]
By the way, we published the blue light emitting diode with a wavelength of 450 nm which has the luminous intensity of 1 cds or more for the first time in the world, late in November of the last year.

The blue light emitting diode consists of a gallium nitride group compound semiconductor (InaAlbGa1-a-bN, 0=<a=<1, 0=<b=<1, a+b=<1).

It uses as the double heterostructure which used InGaN for the luminescent layer.

【0005】
窒化ガリウム系化合物半導体は6．0eV（AlN）～1．95eV（InN）までの広範囲なバンドギャップエネルギーを有する材料として知られていたが、窒化ガリウム系化合物半導体に格子整合する適当な基板がなかったために、実用化には難しい材料と考えられていた。しかしながら、我々が格子整合しないサファイア基板を用いて実用化に初めて成功したため、急

[0005]
Gallium nitride group compound semiconductor has been knowm as a material which has a wide range band gap energy to 6.0 eV (AlN) - 1.95eV (InN).

However, since there was no suitable substrate which carries out a lattice matching to a gallium nitride group compound semiconductor, it was considered that it was hard material for utilisation.

However, since we succeeded in utilisation for the first time using the sapphire substrate which does not carry out a lattice matching, a gallium nitride group compound semiconductor has come to be suddenly exposed to attention.

に窒化ガリウム系化合物半導体が注目を浴びるようになってきた。

【0006】

[0006]

【発明が解決しようとする課題】
窒化ガリウム系化合物半導体は融点が１２００℃以上と非常に高く、またダイヤモンドに近い硬度を有する安定な材料である。従ってこの材料を用いて受光素子を実現することにより、外部条件の変化に対しても信頼性の高い受光素子を提供することができる。従って本発明はこのような事情を鑑みなされたものであり、その目的とするところは近紫外から赤色領域まで幅広い領域に感度を有し、また信頼性に優れた受光素子を提供するにある。

[PROBLEM ADDRESSED]
A gallium nitride group compound semiconductor has a melting point very as high as 1200 degree C or more. Moreover it is a stable material which has the hardness near a diamond.

Therefore by materializing a light receiving element using this material, a reliable light receiving element can be provided also to a change of an external condition.

Therefore this invention is made in view of such a situation.

The place made into the objective is to provide the light receiving element which has a sensitivity to an area wide from a near ultraviolet to a red colour area and which was excellent in reliability again.

【０００７】

[0007]

【課題を解決するための手段】
本発明の受光素子は窒化ガリウム系化合物半導体よりなる受光素子であって、ｎ型窒化ガリウム系化合物半導体層とｐ型窒化ガリウム系化合物半導体層との間に、受光層として$In_XGa_{1-X}N$層（０＜X＜１）が挟まれたダブルヘテロ構造を有することを特徴とする。

[SOLUTION OF THE INVENTION]
The light receiving element of this invention is a light receiving element which consists of a gallium nitride group compound semiconductor.

It has the double heterostructure by which the InXGa1-XN layer (0< X<1) was pinched as a light-receiving layer between,n-type gallium nitride group compound semiconductor layer and the p-type gallium nitride group compound semiconductor layer.

It is characterized by the above-mentioned.

【０００８】
$In_XGa_{1-X}N$層はｎ型もしくはｐ型または半絶縁性のｉ型い

[0008]
Any of a n-type, p-type, or i type of half-insulation are sufficient as an InXGa1-XN layer. In order to make a n-type, the dope of the donor

ずれでもよく、n型にするためにはSi、Ge、Sn、Sb等のドナー不純物をドープしてn型にすることができ、p型にするにはZn、Mg、Ca、Sr、Be等のアクセプター不純物をドープした後、400℃以上でアニーリングすることによりp型とすることができる。また、i型$In_XGa_{1-X}N$層はアクセプター不純物とドナー不純物を適量ドープすることによりできる。

impurities, such as Si, Ge, Sn, and Sb, can be carried out, and it can make a n-type.

In order to make p-type, after dopeing acceptor impurities, such as Zn, Mg, Ca, Sr, and Be, it can set as p-type by carrying out an annealing above 400 degree C.

Moreover, an i type InXGa1-XN layer is made by carrying out the suitable amount dope of acceptor impurities and the donor impurities.

【0009】

$In_XGa_{1-X}N$層を挟むn型窒化ガリウム系化合物半導体層はインジウムを含まない$Ga_{1-X}Al_XN$（0≦X≦1）であり、同じくp型窒化ガリウム系化合物半導体層も$Ga_{1-Z}Al_ZN$（0≦Z≦1）であることが好ましい。なぜなら、一般に窒化ガリウム系化合物半導体はMOVPE、MBE等の気相成長法で成長される。現在気相成長法で窒化ガリウム系化合物半導体を成長させる際、InGaN半導体は二元混晶、あるいは三元混晶のGaAlN層の上に積層することにより結晶性、半導体性能に優れた高品質な膜が成長可能となる傾向にある。従って受光素子として実用的なInGaNを得るために、クラッド層はGaN、GaAlN、AlNのいずれかであることが好ましいからである。また、クラッド層となるn型$Ga_{1-Y}Al_YN$、p型$Ga_{1-Z}Al_ZN$は$In_XGa_{1-X}N$層をn型あるいはp型にする方法と同様にして得ることができる。

[0009]

The n-type gallium nitride group compound semiconductor layer which pinches an InXGa1-XN layer is Ga1-XAlXN (0=<X=<1) which does not contain an indium.

It is preferable that a p-type gallium nitride group compound semiconductor layer is also Ga1-ZAlZN (0=<Z=<1) similarly.

Because, a gallium nitride group compound semiconductor grows by the vapor growth of MOVPE and MBE etc. generally.

In case a gallium nitride group compound semiconductor is currently grown up by the vapor growth, InGaN semiconductor is in the tendency that the quality film excellent in crystallinity and semiconductor performance can grow, by laminating on GaAlN layer of a binary mixed crystal or a ternary mixed crystal.

Therefore in order to obtain InGaN practical as a light receiving element, a clad layer is because it is preferable that they are GaN, GaAlN, or AlN.

Moreover, n-type Ga1-YAlYN used as a clad layer and p-type Ga1-ZAlZN can obtain an InXGa1-XN layer like the method made into a n-type or p-type.

【0010】

[0010]

【作用】
図1に本願の一実施例に係る受光素子の構造を表す模式断面図を示す。この受光素子はサファイア基板1の上にGaNよりなるバッファ層2と、n型GaNよりなるnコンタクト層3と、n型Ga0.9Al0.1Nよりなるnクラッド層4と、In0.1Ga0.9Nよりなる受光層5と、p型Ga0.9Al0.1Nよりなるpクラッド層6と、p型GaNよりなるpコンタクト層7とを順に積層した構造としている。

[EFFECT]
The model sectional drawing showing the structure of the light receiving element based on one Example of this application is shown in Figure 1.

This light receiving element, On the sapphire substrate 1 The buffer layer 2 which consists of GaN, n contact layer 3 which consists of a n-type GaN, n clad layer 4 which consists of n-type Ga0.9Al0.1N, the light-receiving layer 5 which consists of In0.1Ga0.9N, p clad layer 6 which consists of p-type Ga0.9Al0.1N, p contact layer 7 which consists of p-type GaN It is setting as the structure which laminated above in order.

【0011】
また図2に本願の他の実施例に係る受光素子の構造を表す模式断面図を示す。この受光素子は図1の受光素子のnクラッド層4を除き、nコンタクト層3（この場合はクラッド層）とpクラッド層6とで受光層5を挟んだ構造としている。

[0011]
Moreover the model sectional drawing showing the structure of the light receiving element based on the other Example of this application is shown in Figure 2.

This light receiving element removes n clad layer 4 of the light receiving element of Figure 1. it sets as the structure which pinched the light-receiving layer 5 in n contact layer 3 (it is a clad layer in this case), and p clad layer 6.

【0012】
n型GaN層と、n型Ga0.9Al0.1N層とはSiをドープしてn型としており、p型Ga0.9Al0.1N層とp型GaN層とはMgをドープした後、700℃でアニーリングしてp型としている。

[0012]
N-type GaN layer and n-type Ga0.9Al0.1N layer carry out the dope of the Si, and is being taken as the n-type.

After p-type Ga0.9Al0.1N layer and a p-type GaN layer dope Mg, the annealing of it is carried out at 700 degree C, and they are being taken as p-type.

【0013】
まずサファイア基板1は周知のように非常に熱に対して安定な材料であり、また十分な硬度を

[0013]
As is well-known, the sapphire substrate 1 is very a stable material to heat first.

Moreover as a substrate which grows up the gallium nitride group compound semiconductor

有しており受光素子に使用する窒化ガリウム系化合物半導体を成長させる基板としては最適である。またサファイア基板１の上に成長するバッファ層２はそのバッファ層２の上に成長するｎコンタクト層３と同一組成にすることにより、ｎコンタクト層３の結晶性を良くすることができる。例えばＭＯＶＰＥ法では９００℃以下の低温でバッファ層２を成長させ、９００℃より高温でｎコンタクト層３を成長する。ＭＯＶＰＥ法によると最も結晶性に優れたｎコンタクト層はＧａＮである傾向があり、バッファ層はＧａＮとすることが好ましい。

which it has sufficient hardness and is used for a light receiving element, it is the most suitable.

Moreover by making the same composition as n contact layer 3 which grows on the buffer layer 2, the buffer layer 2 which grows on the sapphire substrate 1 can improve crystallinity of n contact layer 3.

For example, the buffer layer 2 is grown up at low temperature 900 degree .C or less at MOVPE method.

N contact layer 3 is grown at high temperature from 900 degree C.

According to MOVPE method, n contact layer which was excellent the most crystalline tends to be GaN.

As for a buffer layer, being performed as GaN is preferable.

【００１４】
次に先にも述べたように、結晶性の良いＩｎ0.1Ｇａ0.9Ｎ層を得て受光層５とするために、受光層５を挟むｎクラッド層４およびｐクラッド層６を二元混晶、あるいは三元混晶のＧａＡｌＮとする方が好ましい。

[0014]
Next it is more preferable to set n clad layer 4 and p clad layer 6 which pinch the light-receiving layer 5 to GaAIN of a binary mixed crystal or a ternary mixed crystal, in order to obtain crystalline good In0.1Ga0.9N layer and to use as the light-receiving layer 5, as stated also in advance.

【００１５】
受光層であるＩｎ0.1Ｇａ0.9Ｎ層５はノンドープの状態ではｎ型となり電子キャリア濃度で１０^{17}／cm^{3}～１０^{19}／cm^{3}を示す。これに前記のようにドナー不純物をドープして好ましいｎ型としても良いし、アクセプター不純物をドープした後アニールしてｐ型としても良い。好ましくはＰＩＮ接合型フォトダイオード、あるいはＰＩＮ接合型太陽電池とするため、ノンドープのＩｎ0.1Ｇａ0.9Ｎ層５にア

[0015]
In0.1Ga0.9N layer 5 which is a light-receiving layer becomes a n-type in the state of a non dope, and shows 1017/cm3-1019/cm3 by the electronic carrier concentration.

The dope of the donor impurities is carried out to this as mentioned above, and it is good also as a preferable n-type.

It anneals, after dopeing acceptor impurities, and it is good also as p-type.

In order to use as PIN junction type photodiode preferably or PIN junction type solar battery, the dope of the group 2 elements, such as Zn, Cd, Mg, etc. which are acceptor impurities, is carried out to In0.1Ga0.9N layer 5 of a non dope, or the dope of the impurities of both

クセプター不純物であるＺｎ、Ｃｄ、Ｍｇ等の２族元素をドープするか、もしくはドナー、アクセプター両方の不純物をドープして、半絶縁性のｉ型とする。こうすることにより、ＰＩＮ構造において逆バイアス下、または逆バイアスなしの状態において空乏層の領域が広がり、感度がｐｎ接合に比べて数倍良くなる。

donor and acceptor is carried out, and it sets as i type of half-insulation.

By carrying out like this, the area of a depletion layer spreads in the bottom of a reverse bias, or the state without a reverse bias in PIN structure. In several times, a sensitivity becomes good compared with a pn junction.

【００１６】

さらに最上層であるｐコンタクト層７はその組成を二元混晶のＧａＮとすることにより、電極とオーミックコンタクトが得やすくなる傾向にある。ｎコンタクト層３およびｐコンタクト層７に形成した電極には特に符号を付していないが、ｎコンタクト層３にはＴｉまたはＴｉを含む合金、好ましくはＴｉ－Ａｌを使用し、ｐコンタクト層７にはＮｉおよびＡｕを含む合金を使用した方がオーミックコンタクトが得やすい。

[0016]

Furthermore by setting the composition to GaN of a binary mixed crystal, p contact layer 7 which is uppermost layer is in the tendency which an electrode and an ohmic contact become easy to obtain.

The code is not attached in particular to the electrode formed on n contact layer 3 and p contact layer 7.

However, it is the alloy which contains Ti or Ti in n contact layer 3.

Those who preferably used Ti-Al and used the alloy which contains Ni and Au in p contact layer 7 tend to obtain an ohmic contact.

【００１７】

このように本発明の受光素子は安定な窒化ガリウム系化合物半導体を使用し、結晶性の良いＩｎＧａＮを受光層としたダブルヘテロ構造としているため、信頼性に優れている。

[0017]

Thus the light receiving element of this invention uses a stable gallium nitride group compound semiconductor, and since it uses as the double heterostructure which made crystalline good InGaN the light-receiving layer, it is excellent in reliability.

【００１８】

[0018]

【実施例】

[Example]

【実施例１】
サファイア基板上にＭＯＶＰＥ法により約５００℃～６００℃でＧａＮより成るバッファ層を５００オングストロームの膜厚で成長させ、次にＧａＮバッファ層の上に、１０００℃でＳｉドープｎ型ＧａＮクラッド層を４μｍの膜厚で成長させる。次にｎ型ＧａＮクラッド層の上に、８００℃でＳｉドープｎ型Ｉｎ0.05Ｇａ0.95Ｎ層を０．１μｍ成長させ、さらにｎ型Ｉｎ0.05Ｇａ0.95Ｎ層の上に、１０００℃でＭｇドープｉ型ＧａＮ層を０．４μｍ成長させる。成長後、窒化ガリウム系化合物半導体を積層した基板をアニーリング装置に移送し、７００℃でアニーリングすることにより、Ｍｇドープｉ型ＧａＮ層を低抵抗なｐ型ＧａＮとする。

[Example 1]
The buffer layer which consists of GaN at 500 degree C - about 600 degree C by MOVPE method on a sapphire substrate is grown up by the 500A film thickness.

Next on GaN buffer layer, a Si dope n-type GaN clad layer is grown up by the 4-micrometre film thickness at 1000 degree C.

Next on a n-type GaN clad layer, 0.1-micrometre Si dope n-type In0.05Ga0.95N layer is grown up at 800 degree C.

Furthermore 0.4 micrometres of Mg dope i type GaN layers are grown up into a n-type In0.05Ga0.95N layer top at 1000 degree C.
The substrate which laminated the gallium nitride group compound semiconductor is transferred to an annealing apparatus after the growth.

By carrying out an annealing at 700 degree C, a Mg dope i type GaN layer is made into low-resistant p-type GaN.

【００１９】
その後、ｐ型ＧａＮ層の表面にマスクを形成し、ｐ型ＧａＮ層およびｎ型Ｉｎ0.05Ｇａ0.95Ｎ層の一部をエッチングしてｎ型ＧａＮ層を露出させ、ｐ型ＧａＮ層の上にＮｉ－Ａｕの合金より成る正電極、ｎ型ＧａＮ層の上にＴｉ－Ａｌよりなる負電極を形成し、電極間を直流電流計に接続する。

[0019]
Then, a mask is formed on the surface of a p-type GaN layer.

A part of a p-type GaN layer and n-type In0.05Ga0.95N layer is etched, and a n-type GaN layer is exposed.

The positive electrode which consists of the alloy of Ni-Au on a p-type GaN layer, and the negative electrode which consists of Ti-Al on a n-type GaN layer are formed, and between electrodes is connected to the DC ampere meter.

【００２０】
以上のようにして得た１ｍｍ角の受光素子のｐ型ＧａＮ層の上からキセノンランプ（５００Ｗ）の白色光を分光して照射し、受光素子の相対感度を測定した。一方比較のため、Ｓｉフォトダ

[0020]
It is above, and it makes, and from on the p-type GaN layer of the light receiving element of obtained 1 mm angle, spectrum of white light of a xenon lamp (500W) is carried out, and it is irradiated.

The relative response of a light receiving element was measured.

イオードと、ダブルヘテロ構造のＧａＡｌＡｓよりなる太陽電池の分光感度も同様に測定した。図３は照射波長と相対分光感度の関係を示すグラフであり、本発明の受光素子をａ、Ｓｉフォトダイオードをｂ、ＧａＡｌＡｓ太陽電池をｃとして表している。

On the other hand, the spectral sensitivity of the solar battery which makes Si photodiode from GaAlAs of a double heterostructure was similarly measured for the comparison.

Figure 3 is a graph which shows the relationship of an irradiation wavelength and a relative spectral sensitivity.

The light receiving element of this invention is shown as an a. Si photodiode is shown as b. GaAlAs solar battery is shown as c.

【００２１】

この図を見てもわかるように、ｂはその感度のピークが９６０ｎｍ付近にあり、ｃは８４５ｎｍ付近にあるので短波長領域の受光感度が悪い。一方本発明の受光素子は３８０ｎｍ付近に強い受光ピークを示す。しかもこの受光ピークの波長はＩｎＧａＮのＩｎの組成を変化させることにより、３６５ｎｍ～６３５ｎｍ迄自由に変更可能である。なおこの本発明の受光素子の３８０ｎｍの実際の感度は、同一面積のＳｉフォトダイオードの３８０ｎｍでの感度の１００倍以上であり、また太陽電池としての特性はオープンの状態で開放電圧３Ｖであり、ショート状態でのショート電流１００μＡであった。

[0021]

B has 960 nm of the peaks of the sensitivity in the vicinity so that it may find, even when it sees this figure.

Since there is 845 nm of c in the vicinity, its light-receiving sensitivity of a short wave length area is bad.

On the other hand, the light receiving element of this invention shows a light-receiving peak strong near 380 nm.

And by changing the composition of In of InGaN, the wavelength of this light-receiving peak is freely alterable to 365 nm - 635 nm.

In addition the actual sensitivity of 380 nm of the light receiving element of this this invention is 100 increment or more with a sensitivity of Si photodiode of the same area in 380 nm.

Moreover the characteristics as a solar battery are opening voltage 3V in the open state.

It was short electric current 100 microns A in a short state.

【００２２】

なお実施例ではキセノンランプをｐ型ＧａＮ層側から照射したが、サファイア基板は紫外、青色光に対して透明で光を良く透過することができるので、基板側からでも照射できるという利点を有する。

[0022]

In addition in the Example, the xenon lamp was irradiated from the p-type GaN layer side.

However, since a sapphire substrate can be transparent and can permeate a light well to a ultraviolet and a blue glow, it has the advantage that it can irradiate even from a substrate side.

【００２３】

[0023]

【発明の効果】
以上説明したように、本発明の受光素子は安定な窒化ガリウム系化合物半導体を用いているために受光素子の信頼性が優れており、さらにＩｎＧａＮを受光層としたダブルヘテロ構造であるため広い波長域にわたって自由に感度を変えることが可能である。また、サファイア基板を用いることにより、用途に応じて基板側、窒化ガリウム系化合物半導体層側いずれを受光側とすることもできる。このように従来では、短波長領域に感度を有する適当な受光素子がなかったが、本発明の受光素子を用いることにより初めて実現可能となり、その産業上の利用価値は大きい。

[EFFECT OF THE INVENTION]
As explained above, since the stable gallium nitride group compound semiconductor is used, the light receiving element of this invention is excellent in the reliability of a light receiving element.

Furthermore since it is the double heterostructure which made InGaN the light-receiving layer, it is possible to change a sensitivity freely over a large wavelength range.

Moreover, a substrate side or a gallium nitride group compound semiconductor layer side can also be made into a light-receiving side depending on a usage by using a sapphire substrate.

Thus there was no suitable light receiving element which has a sensitivity to a short wave length area conventionally.

However, implementation becomes possible for the first time by using the light receiving element of this invention.

The use value on the industry is large.

【図面の簡単な説明】

[BRIEF EXPLANATION OF DRAWINGS]

【図１】
本発明の一実施例の受光素子の構造を示す模式断面図。

[FIGURE 1]
Model sectional drawing showing the structure of the light receiving element of one Example of this invention.

【図２】
本発明の他の実施例の受光素子の構造を示す模式断面図。

[FIGURE 2]
Model sectional drawing showing the structure of the light receiving element of the other Example of this invention.

【図３】
受光素子に照射する波長と相対分光感度の関係を示すグラフ図。

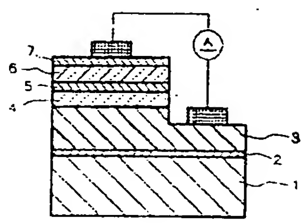
[FIGURE 3]
The graph showing the relationship of the wavelength which irradiates to a light receiving element, and a relative spectral sensitivity.

【符号の説明】
１・・・・サファイア基板

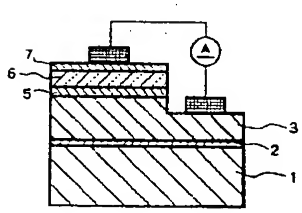
[EXPLANATION OF DRAWING]
1**** sapphire substrate
2**** buffer layer

2・・・・バッファ層	
3・・・・nコンタクト層	3****n contact layer
4・・・・nクラッド層	4****n clad layer
5・・・・受光層	5**** light reception layer
6・・・・pクラッド層	6****p clad layer
7・・・・pコンタクト層	7****p contact layer

【図1】 [FIGURE 1]

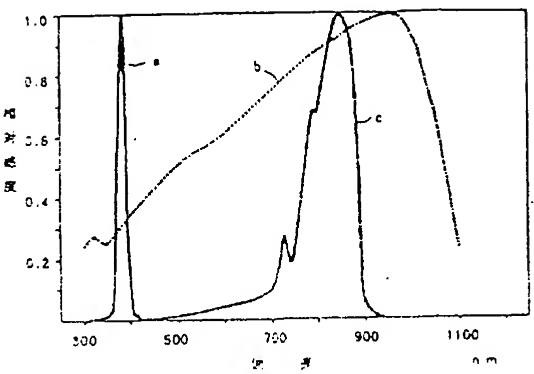


【図2】 [FIGURE 2]



【図3】 [FIGURE 3]

DERWENT
THOMSON SCIENTIFIC



DERWENT
THOMSON SCIENTIFIC

DERWENT TERMS AND CONDITIONS

Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page: "WWW.DERWENT.CO.UK" (English)
"WWW.DERWENT.CO.JP" (Japanese)